

Pembuatan Bioetanol Dari Sente Hijau (*Alocasia Macrorrhiza*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif**PEMBUATAN BIOETANOL DARISENTEHIJAU(ALOCASIA MACRORRIZHA)  
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF****Machrus Afif Romdloni**S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail:machrusafif@rocketmail.com**Marsudi**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: marsudi\_rizky@yahoo.com**Abstrak**

Permasalahan energi dunia saat ini adalah tidak sebandingnya jumlah produksi bahan bakar minyak dengan konsumsinya. Oleh sebab itu perlu adanya energi alternatif dengan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan berpati yang mengandung karbohidrat sebagai bioetanol. Salah satunya sente hijau. Sente hijau adalah tanaman yang dianggap tidak ada nilai gunanya. Kandungan yang terdapat dari 100 gram sente adalah 20 gram karbohidrat, 0,62 gram protein, 0,13 gram Lemak, 1,49 gram Abu. Karbohidrat merupakan syarat utama bahan baku untuk dijadikan bioetanol. Sehingga perlu dikaji secara mendalam. Jenis penelitian ini adalah eksperimen, dengan tiga tahapan proses. Proses pertama yaitu tahap persiapan, 500 gram umbi sente disakarifikasi kemudian dicampur air 1000 gram dan secara bertingkat untuk mendapatkan kadar etanol > 90%. Proses destilasi kedua dan destilasi ketiga dilakukan dengan garam dan silica gel untuk mempermudah menyerap uap air, sehingga etanol yang dihasilkan lebih murni. Selanjutnya bioetanol diuji spesifikasinya sesuai standart 1500 gram. Tahap selanjutnya adalah fermentasi menggunakan ragi (*saccharomyces cerevisiae*) dengan perbandingan 10 gram, 15 gram dan 20 gram dalam waktu 3 hari, 4 hari dan 5 hari. Terakhir tahap destilasi, yaitu pemisahan kadar etanol dan air dengan suhu 78°C. Destilasi dilakukan mengacu kepada ASTM (*American Standart Testing of Materials*). Hasil dari penelitian ini didapatkan kondisi proses yang optimal pada perbandingan 500 gram umbi sente, 1000 gram air, 15 gram ragi selama 4 hari untuk dilanjutkan ke pembuatan bioetanol dalam skala besar. Proses pembuatan skala besar dengan bahan baku umbi sente 2000 gram, 4000 gram air, 60 gram ragi dan fermentasi 4 hari menghasilkan 1250 ml bioetanol pada distilasi I dengan kadar 23%, distilasi II dengan penambahan garam 175 gram menghasilkan bioetanol 700 ml kadar 57%, distilasi III dengan penambahan garam 75g menghasilkan 450 ml bioetanol kadar 83% dan distilasi IV menggunakan silica gel 25 g menghasilkan 200 ml bioetanol kadar 94,96%. Hasil uji karakteristik diperoleh bioetanol dengan nilai kalori sebesar 5444,78 Kcal/kg, *flash point* 15°C, *pour point* < -70°C, densitas 0,8281 gr/cm<sup>3</sup> dan viskositas 3,45 cSt.

**Kata kunci:** bioetanol, umbi sente, fermentasi, distilasi**Abstract**

Today's world energy problems is not match between amount of fuel production and consumption. Therefore need for new alternative by utilizing herbs that contain starchy carbohydrates as bioethanol. One of these is green sente. green sente is a plant that is considered useless. The content of 100 grams sente is 20 grams carbohydrates, 0.62 grams of protein, 0.13 grams of fat, 1.49 grams of Ashes. Carbohydrates are the main requirements for the raw materials used bioethanol. So that needs to be studied deeply the use of green sente bubl as raw material for bioethanol. This type of research is an experimental, with three stages of the process. The first process is the preparation phase, 500 grams of tubers sente saccharification then mixed with water 1000 grams and 1500 grams. The next phase is fermented used yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) with comparison 10 grams, 15 grams and 20 grams in 3 days, 4 days and 5 days. The last phase distillation, the separation of ethanol and water with a temperature of 78°C. Distillation is done in stages to obtain the ethanol content of > 90%. The second distillation process and third distillation with salt and silica gel to absorb of water vapor to simplify, so pure ethanol produced can get more. Furthermore bioethanol tested according to standard specifications refer to ASTM (*American Standard Testing of Materials*). The results of this research on samples obtained at the optimal ratio of 500 grams of sente bubl, 1000 grams of water, 15 grams of yeast for 4 days to proceed to large-scale bioethanol production. The process of making a large-scale material 2000 grams of sente bubl sente, 4000 grams of water, 60 grams of yeast and fermentation 4 days resulted in 1250 ml of ethanol in the first distillation with 23% concentration, distillation II with the addition of 175 grams salt produce bioethanol 700 ml content 57%, distillation III with the addition of 75g salt resulted 450 ml content 83% ethanol and distilled IV using 25 g of silica gel resulted in 200 ml of ethanol content of 94.96%. Characteristics of the

bioethanol from sante bulb is a heating value of 5444.78 Kcal / kg, 15°C flash point, pour point <-70°C, density of 0.8281 g / cm<sup>3</sup> and a viscosity of 3.45 cSt.

**Keywords:** bioetanol, sente bulbs, fermentation, distillation

## PENDAHULUAN

Permasalahan energi dunia saat ini adalah tidak sebandingnya jumlah produksi bahan bakar minyak (BBM) dengan konsumsinya. Dikarenakan perkembangan teknologi industri maupun transportasi setiap tahunnya yang semakin meningkat sehingga konsumsi bahan bakar semakin meningkat juga. Hal ini menyebabkan harga minyak dunia selalu mengalami kenaikan. Tidak terkecuali di negara Indonesia

Salah satu sumber energi yang keberadaanya menempati urutan pertama adalah minyak bumi. Sebagai sumber energi yang tidak dapat diperbarui maka perlu adanya upaya untuk mengalihkan penggunaan sumber energi lain yang dapat diperbarui mengingat jumlah minyak bumi yang semakin berkurang keberadaanya. Badan Pelaksana Kegiatan Hulu Usaha Minyak dan Gas Bumi (BP Migas) menyatakan tiap tahun cadangan minyak Indonesia berkurang 8%, dengan cadangan minyak saat ini diperkirakan sekitar 3,9 miliar barel, jumlah tersebut tinggal 12 tahun lagi. (Sumber: <http://www.starberita.com>. Diakses 19 Januari 2014.).

Menghadapi krisis BBM yang telah melanda Indonesia, maka para ahli mulai mencari alternatif baru sebagai sumber bahan bakar pengganti BBM dari minyak bumi dengan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) untuk diverifikasi ke dalam sumber energi masa depan. Saat ini, para pakar teknologi yang tergabung dalam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) telah mengembangkan bahan bakar alternatif untuk menggantikan keberadaan BBM yang sumbernya semakin menipis. Salah satunya bahan bakar alternatif yang berasal dari alam yang di peruntukkan sebagai pengganti atau pencampur BBM jenis premium untuk sarana transportasi yang diberi nama etanol/bioetanol atau yang selanjutnya akan disebut biopremium. (Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/Bahanbakar>. Diakses pada tanggal 10 Januari 2014).

Salah satu upaya adalah beralih ke penggunaan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui yaitu etanol. Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Bahan baku untuk memproduksi bioetanol bisa didapatkan dari berbagai tanaman, seperti tanaman berkarbohidrat yaitu singkong (*cassava*), jagung (*corn*), gandum (*shorgum*), dan bahan seperti lainnya. Tanaman yang mengandung gula seperti tetes tebu (*molasses*), nira dari kelapa, nira

dari aren dan sejenisnya. Tanaman berselulosa juga dapat digunakan sebagai bioetanol seperti jerami padi, limbah tapioka, janggel (tongkol) jagung dan lain sebagainya juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol (Prihandana, dkk., 2008:26).

Alternatif yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan pati yang terkandung dalam umbi sente (*Alocasia macrorrhiza*). Sente merupakan salah satu jenis tanaman dari keluarga talas-talasan yang banyak tumbuh di daerah tropis. Umumnya sente terdapat di daerah-daerah pedesaan pinggiran sawah yang lembab dan tumbuh liar di pinggiran sungai. Sente cepat pertumbuhannya dan mudah sekali berkembang biak. Menurut Dalimartha (2006:79) Sente termasuk tanaman beracun yang menyebabkan gatal-gatal jika dikonsumsi. Sente dapat ditemukan tumbuh subur di hutan, semak-semak, sekitar tumpukan sampah, tanah lembab sekitar sungai, pinggir selokan dan tempat-tempat lainnya 500m – 1200m di atas permukaan laut

Dalam penelitian Chotimah, Siti dan Tri Fajarini, Desi (2013) sente mengandung asam oksalat yang menyebabkan rasa gatal. Sehingga sente tidak dijadikan sebagai bahan pangan utama dari jenis umbi-umbian. Kandungan yang terdapat dari 100gr sente adalah 20gr karbohidrat, 0,62gr protein, 0,13gr Lemak, 1,49gr Abu, 89,69mg Ca, 143,07mg P, 4,96mg Fe, dan 1254,64mg Kalsium oksalat (Chotimah dan Tri, 2013).

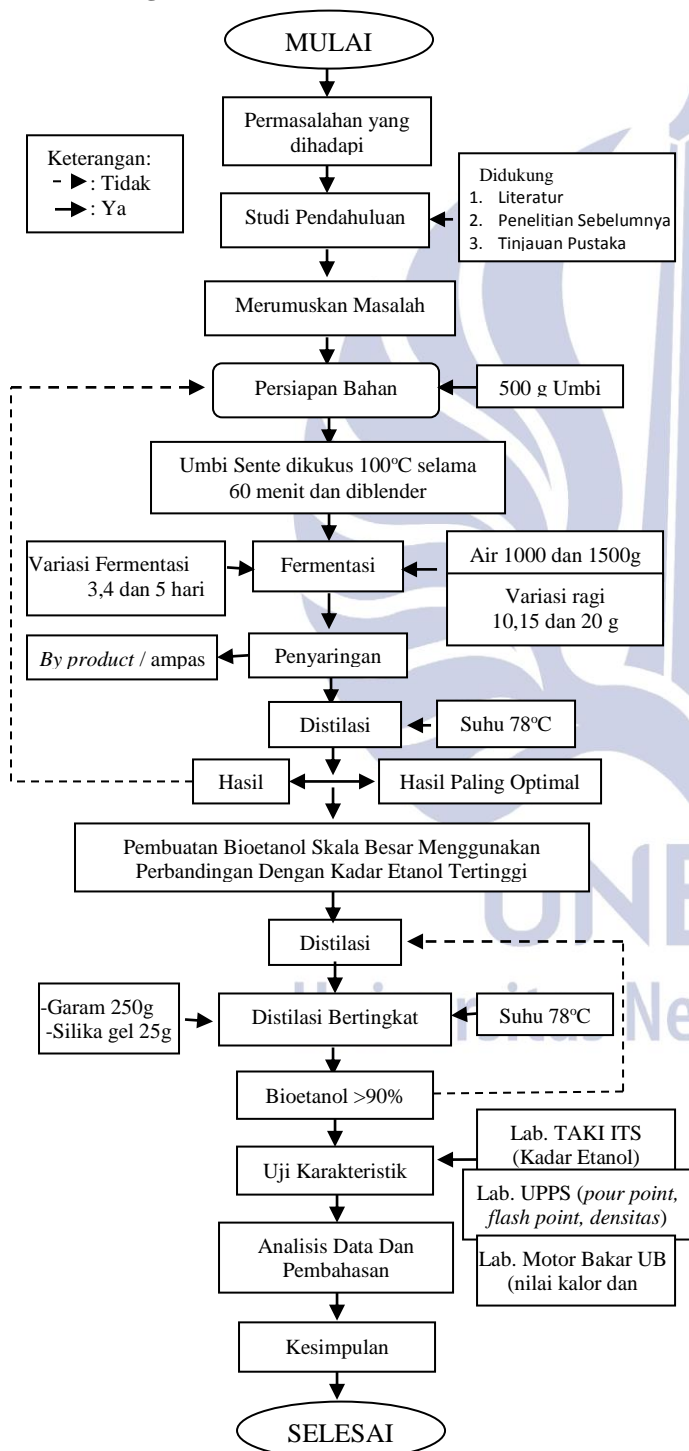
Dari penelitian yang dilakukan oleh Yudi Effendi dengan judul “Uji produksi bioethanol sebagai bahan bakar dari umbi sente (*Maranta Arundinacea* Linn) menggunakan katalisator pupuk urea sebagai *extender* premium”. Serta penelitian yang dilakukan Endah Retno dkk dengan judul “Bioetanol Fuel Grade Dari Talas (*Colocasia Esculenta*)” menjadi alasan yang cukup untuk mengambil penelitian pembuatan bioetanol dari umbi-umbian maupun talas-talasan yang terdapat di lingkungan sekitar.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui langkah-langkah proses pembuatan bioetanol dari umbi sente, mencari perbandingan umbi sente, jumlah air dan rasi pada saat proses fermentasi yang tepat, untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar tertinggi, yang selanjutnya yaitu mencari karakteristik bioetanol yang dihasilkan dari umbi sente dan manfaat dari penelitian ini adalah dapat membantu meningkatkan nilai guna dari tanaman yang tidak bermanfaat atau tanaman liar yang mengandung karbohidrat maupun glukosa sebagai penghasil bioetanol dengan memanfaatkan umbi dari

tanaman sente. memperoleh data tentang proses pembuatan bioetanol dari umbi sente, hasil penelitian bisa dijadikan referensi dan solusi untuk mengembangkan bahan bakar alternative sehingga bisa menjadi sarana untuk mengatasi krisis bahan bakar di Indonesia yang semakin hari semakin meningkat kebutuhannya.

## METODE

### Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan di:

- Laboratorium bahan bakar dan pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya untuk proses pembuatan bioetanol.
- Laboratorium TAKI (Team Afiliasi dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS untuk memperoleh nilai kadar etanol.
- Laboratorium Unit Produksi Pelumas Pertamina Surabaya untuk analisis *flash point*, *pour point*, dan densitas.
- Laboratorium motor bakar Universitas Brawijaya untuk nilai viskositas dan nilai kalor.

### Variabel Penelitian

- Variabel bebas  
Variabel pada penelitian ini adalah perbandingan antara berat/massa ragi yang diberikan pada saat proses fermentasi yaitu 10, 15, 20 gram dan air 1000 dan 1500 gram.
- Variabel Terikat  
Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar bioetanol, nilai kalor, titik nyala (*flash point*), titik tuang (*pour point*), densitas dan viskositas.
- Variabel Kontrol  
Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:
  - Jumlah umbi sente yang digunakan sama sebanyak 500 gram.
  - Umbi sente yang digunakan berasal dari Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur.
  - Jumlah perbandingan air yang digunakan sama yaitu 1:2 dan 1:3, umbi sente 500 gram dengan air 1000 dan 1500 gram.
  - Lamanya fermentasi yang dilakukan sama yaitu 4 hari.
  - Jumlah ragi yang diberikan sama yaitu 10, 15 dan 20 gram.
  - Temperatur pada proses fermentasi adalah 28 °C.
  - Temperatur pada proses distilasi adalah 78°C.

### Definisi Operasional Variabel

- Kadar Bioetanol  
Kadar bioetanol adalah perbandingan jumlah etanol dan jumlah air yang diukur menggunakan alkoholmeter. Kadar bioetanol ditunjukkan dengan prosentase.
- Densitas  
Densitas ( $\text{gr/cm}^3$ ) adalah massa minyak ( $\text{gr}$ ) per satuan volume ( $\text{cm}^3$ ) pada suhu tertentu. Alat uji densitas adalah Gravimetry. Metode uji densitas adalah ASTM D 4052.



- *Flash point* (titik nyala)

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah di mana uap minyak bumi dalam campurannya dengan udara akan menyala kalau dikenai uji nyala (*test flame*) pada kondisi tertentu. Metode yang digunakan adalah metode ASTM D 93 dan satuan *flash point* adalah °C. Alat uji *flash point* adalah *Line High Term* UKM-135.

- *Pour point* (titik tuang)

Titik tuang (*pour point*) adalah suhu terendah di mana minyak bumi dan produknya masih dapat dituang atau mengalir apabila didinginkan pada kondisi tertentu (ASTM D97) dan satuan *pour point* adalah °C. Alat uji *pour point* adalah Ref.SR-N21H.

- Nilai Kalori

Nilai kalor adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna 1 kilogram bahan bakar padat atau cair dan 1 satuan volume bahan bakar gas, pada keadaan baku. Satuan nilai kalor adalah Kcal/kg, alat uji nilai kalor adalah Bomb Calorimeter. Metode uji nilai kalor adalah ASTM D 240.

- Viskositas

Viskositas adalah kekentalan dari suatu minyak yang menunjukkan sifat menghambat terhadap aliran dan menunjukkan sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viskosimeter yang banyak digunakan adalah viskosimeter pipet yang bekerja berdasarkan hukum Poiseuille yang berlaku untuk cairan yang mengalir secara laminar. Metode uji viskositas ASTM D 445

### Bahan, Peralatan, dan Instrumen Penelitian

- Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Umbi sente
- Ragi tape merk NKL
- Air
- Garam
- *Silica gel*.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Labu leher dua kapasitas 1000 gram
- Kompor listrik berdaya 600 watt
- *Condensor liebig*
- *Thermocouple*
- Tabung *erlenmeyer*
- *Blender*
- Pipa plastik
- Pompa air
- Ember penampung air

- *Connector*

- Kompor gas dan tabung LPG 3 kg
- Saringan

- Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Timbangan elektronik dengan akurasi 0,1 gram
- Gelas *Erlenmeyer* 250 ml
- *Alcoholmeter* dan *GC System*
- *Thermocontrol*
- *Bomb Calorimeter*, untuk mengukur *heating value* ASTM D 240
- *Viscometry*, untuk mengukur *viscosity* ASTM D 445
- *Gravimetry*, untuk mengukur densitas ASTM D 4052
- *Line High Term* UKM-135, untuk mengukur *flash point* ASTM D 93
- Ref.SR-N21H, untuk mengukur *pour point* ASTM D 97.

### Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan percobaan terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan adalah komposisi yang sesuai pada pembuatan bioetanol berbahan baku umbi sente agar memperoleh hasil yang maksimal. Pengujian karakteristik dari bioetanol tersebut dilakukan di laboratorium Laboratorium TAKI Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, UPPS Pertamina dan Laboratorium motor bakar UB.

### Prosedur Penelitian

#### Pembuatan Bioetanol Skala Kecil

- Persiapan bahan

- Umbi sente sebanyak 500 gram dan peralatan yang dibutuhkan pada tahap persiapan bahan mulai disiapkan.
- Umbi sente dicuci sampai bersih agar kotoran yang melekat pada umbi sente hilang, kemudian umbi sente dipotong-potong kecil-kecil.

- Sakarifikasi

- Semua peralatan pada proses sakarifikasi mulai dipersiapkan.
- Umbi sente yang dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam panci dan kukus selama 60 menit pada suhu 100°C
- Umbi sente yang telah dimasak lalu didinginkan.
- Potongan kecil-kecil umbi sente di blender sampai menjadi bubur dengan menambahkan air sebanyak 1000 dan 1500 gram.

- Cairan bubur umbi sente didinginkan sampai dingin.
- Fermentasi
  - Peralatan yang digunakan pada proses fermentasi mulai disiapkan.
  - Cairan bubur umbi sente hasil sakarifikasi dimasukkan ke dalam jurigen kapasitas 5 liter.
  - Ragi tape (*Saccharomyces Cerevisae*) merk NKL sebanyak 10, 15 dan 20 gram dihaluskan dengan penumbuk hingga menjadi serbuk.
  - Ragi tape yang telah halus dimasukkan ke dalam jurigen yang berisi cairan bubur umbi sente.
  - Temperatur fermentasi 28°C, dan waktu fermentasi selama 4 hari.
  - Jurigen proses fermentasi yang mengembang dapat dibuka setelah 4 hari. Kondisi yang diperoleh adalah pada permukaan cairan pati umbi sente yang telah difermentasi terdapat 2 lapisan yaitu lapisan cairan fermentasi yang masih bercampur air dan lapisan bawah berupa cairan ampas pati.
  - Cairan fermentasi disaring serta diperas agar terpisah antara cairan hasil fermentasi dengan ampas umbi. Cairan hasil fermentasi dapat dihirup aroma umbi sente yang menyengat karena sudah mengandung etanol.
- Distilasi
  - Pemanas listrik disiapkan dan pasang thermocontrol pada pemanas listrik agar suhu yang dihasilkan dapat optimal dan panasnya merata.
  - Labu leher 2 kapasitas 1000 ml, gelas erlenmeyer 250 ml, connector serta condensor liebig mulai disiapkan. Semua alat tersebut dirangkai menjadi satu dan pada condensor liebig dipasang selang yang telah dialiri air dengan bantuan pompa air untuk mempercepat pendinginan. Proses pendinginan sebaiknya menggunakan bak penampung yang besar agar proses pendinginan berjalan dengan optimal.
  - Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi dan mulai proses distilasi selama 4 jam dengan memanaskannya pada suhu 80°C. Diusahakan suhu tetap stabil agar air tidak ikut menguap bersama bioetanol yang nantinya akan mengakibatkan kandungan bioetanol rendah atau pada bioetanol hasil distilasi masih mengandung air yang banyak.
  - Hasil distilasi disimpan ke dalam botol kapasitas 100 ml sebanyak sampel yang dibuat.

## Pembuatan Bioetanol Skala Besar

- Persiapan Bahan, Sakarifikasi, dan Fermentasi
  - Proses persiapan bahan, sakarifikasi dan fermentasi pada pembuatan bioetanol skala besar sama seperti pada pembuatan bioetanol skala kecil hanya umbi sente, jumlah air, dan jurigen yang digunakan berkapasitas besar yaitu sesuai dengan hasil distilasi kecil yang menghasilkan kadar etanol tertinggi.
- Distilasi
  - Proses distilasi ini menggunakan alat distilasi skala besar yang berkapasitas 5,5 liter. Hasil distilasi skala besar didistilasi secara berkelanjutan untuk mencapai kadar bioetanol > 90%. Bioetanol dan air sangat susah dipisahkan karena kedua komponen tersebut termasuk *azeotrop* (dua komponen yang selisih titik didihnya berdekatan), oleh sebab itu untuk pemisahan bioetanol dan air harus dilakukan distilasi berulang kali (kontinyu) dan ditambahkan garam (NaCl). Proses distilasi tahap ini juga ditambahkan *silica gel* pada pangkal *condensor liebig*, agar air yang masih bercampur dengan bioetanol dapat diserap oleh *silica gel*.
  - Proses distilasi dilakukan terus menerus sampai mencapai kadar bioetanol di atas 90%.
  - Bioetanol dengan kadar di atas 90% siap diuji karakteristiknya di laboratorium.

## Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode statistika deskriptif dan analisis regresi. Metode statistik deskriptif merupakan metode statistik dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Statistik deskriptif juga menjelaskan cara penyajian data, dengan tabel biasa maupun distribusi frekuensi, grafik garis maupun batang, diagram lingkaran, dan pictogram (Sugiyono, 2010:29).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pembuatan Bioetanol dari Sente Hijau

- Pembuatan bioetanol skala kecil.
  - Pembuatan bioetanol skala kecil yang dilakukan untuk mencari perbandingan air, ragi dan hari yang bisa menghasilkan etanol dengan kadar tertinggi. Beberapa variasi yang dilakukan pada pembuatan bioetanol yaitu variasi air 1000 dan 1500 gram, berat ragi 10, 15 dan 20 gram, lama fermentasi 3, 4 dan 5 hari. Pembuatan skala kecil ini dilakukan sebanyak 18 kali sesuai dengan banyaknya sampel perbandingan yang telah dibuat. Proses pembuatan bioetanol skala kecil dengan langkah-langkah berikut:

- Persiapan bahan
- Sakarifikasi
- Fermentasi
- Distilasi
- Proses pembuatan skala besar
  - Persiapan Bahan, Sakarifikasi, dan Fermentasi

Proses persiapan bahan, sakarifikasi dan fermentasi pada pembuatan bioetanol skala besar sama seperti pada pembuatan bioetanol skala kecil. Dalam pembuatan bioetanol skala besar peneliti membuat komposisi 4 kali lebih besar yaitu 2000 gram umbi sente, 4000 gram air, dan 60 gram ragi pada jurigen kapasitas 20 liter.

- Distilasi

Alat destilasi yang digunakan untuk skala besar adalah yang berkapasitas 5,5 liter. Berbeda dengan proses pembuatan bioetanol skala kecil pada skala besar terdapat proses lanjutan untuk bisa menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dan mencapai lebih dari 90% yaitu dengan melakukan distilasi bertingkat. Distilasi bertingkat dengan *azeotrope* menggunakan penambahan garam dan distilasi bertingkat menggunakan *silica gel*. Pada proses distilasi bertingkat menggunakan prosedur yang sama dengan pada saat proses distilasi skala kecil karena perlengkapan dan kapasitas dari alat yang digunakan juga sama.

**Tabel 1.** Pembuatan Bioetanol Skala Besar

Umbi sente	Air	Ragi	Fermentasi	Garam	Silika gel	Distilasi	Bioetanol dihasilkan	Kadar
2000 g	4000 g	60 g	4 hari	-	-	I	1250 ml	23%
Dari Hasil Distilasi I 1250 ml				175 g	-	II	700 ml	57%
Dari Hasil Distilasi II 700 ml				75 g		III	450 ml	83%
Dari Hasil Distilasi III 450 ml				-	25 g	IV	200 ml	94,96%

Pada tabel 1 dapat dijelaskan bahwa proses pembuatan skala besar dengan bahan baku umbi sente 2 kg, 4 kg air, 60 g ragi dan fermentasi 4 hari menghasilkan 1250 ml bioetanol pada distilasi I dengan kadar 23%, pada distilasi II menghasilkan 700 ml dengan kadar 57%, pada distilasi III dilakukan dengan distilasi *azeotrope* yaitu dengan penambahan garam 250 g untuk meningkatkan titik didih air sehingga dapat menghasilkan 450 ml kadar 83% dan pada distilasi IV menggunakan silika gel 25 g yang bertujuan untuk menyerap kandungan air yang ada pada bioetanol hasil fermentasi sehingga dapat menghasilkan 200 ml kadar 94,96%.

### Perbandingan Umbi Sente, Air, Ragi Dan Hari Dengan Kadar Tertinggi

Setelah melakukan proses pembuatan bioetanol skala kecil didapatkan data yang disajikan dalam tabel untuk proses analisa. Untuk mempermudah melakukan analisa, maka tabel dan grafik dibagi menjadi dua bagian sesuai dengan perbedaan perbandingan umbi sente dan air.

**Tabel 2.** Data Hasil Destilasi Berdasarkan Perbandingan 500 gram Umbi Sente dan 1000 gram air.

No	Umbi Sente (gram)	Jumlah perbandingan			Kadar Etanol (%)
		Air (gram)	Berat Ragi (gram)	Lama Fermentasi (hari)	
1	500	1000	10	3	10%
2				4	12%
3				5	8%
4		1500	15	3	17%
5				4	23%*
6				5	15%
7		2000	20	3	7%
8				4	10%
9				5	5%

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa perbandingan 500 gram umbi sente dan 1000 gram air menghasilkan bioetanol dengan kadar tertinggi yaitu 23% pada perbandingan 500 gram umbi sente, 1000 gram air, 15 gram ragi selama 4 hari fermentasi.

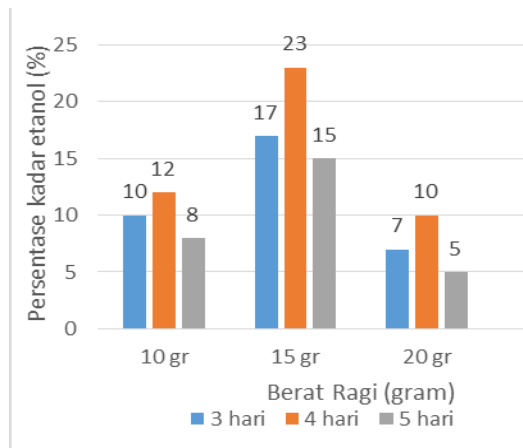
**Tabel 3.** Data Hasil Destilasi Berdasarkan Perbandingan 500 gram Umbi Sente dan 1500 gram air.

No.	Umbi Sente (gram)	Jumlah perbandingan			Kadar Etanol (%)
		Air (gram)	Berat Ragi (gram)	Lama Fermentasi (hari)	
1	500	1500	10	3	8%
2				4	5%
3				5	5%
4		1500	15	3	10%
5				4	8%
6				5	5%
7		2000	20	3	14%*
8				4	10%
9				5	7%

**Keterangan:** - (\*) menunjukkan parameter kadar bioetanol tertinggi.  
- 1 hari = 24 jam

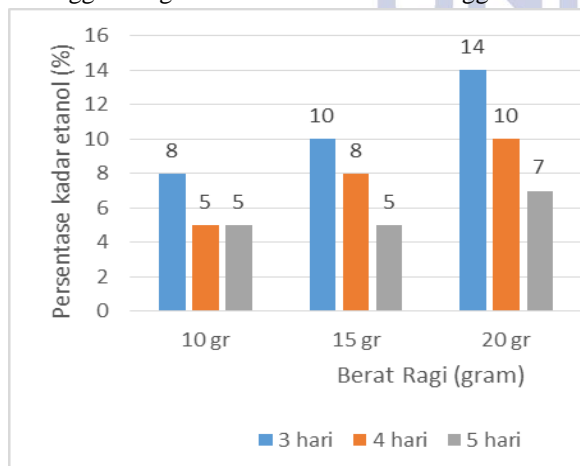


Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan 500 gram umbi sente dan 1500 gram air menghasilkan bioetanol dengan kadar tertinggi yaitu 14% pada perbandingan 500 gram umbi sente, 1000 gram air, 20 gram ragi selama 3 hari fermentasi. Dengan demikian kadar etanol tertinggi diperoleh pada tabel 1 dengan kadar etanol 23% pada perbandingan 500 gram umbi sente dan 1000 gram air.



**Gambar 2.** Grafik Analisis Data Kadar Bioetanol Hasil Distilasi Perbandingan 500 gram Umbi dengan 1000 gram Air

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan kadar etanol yang tertinggi dihasilkan pada fermentasi 4 hari dari masing-masing variasi ragi yaitu 23%. Hal ini menunjukkan pada fermentasi 4 hari penguraian glukosa menjadi etanol lebih baik. Sedangkan pada lama fermentasi 3 hari dan 5 hari kadar etanol lebih rendah masing-masing 12% dan 10% karena penguraian karbohidrat (pati) umbi sente masih belum sepenuhnya terurai. Variasi ragi 15 gram dan air 1000 gram mampu mengurai lebih maksimal dibandingkan 10 gram dan 20 gram sehingga menghasilkan kadar etanol tertinggi.



**Gambar 3.** Grafik Analisis Data Kadar Bioetanol Hasil Distilasi Perbandingan 500 gram Umbi dengan 1500 gram Air

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan kadar etanol yang maksimal dihasilkan pada fermentasi 3 hari dari masing-masing variasi ragi yaitu 14. Hal ini menunjukkan pada fermentasi 3 hari penguraian glukosa menjadi etanol lebih baik dikarenakan banyaknya perbandingan air tetapi banyaknya ragi juga akan berpengaruh. Sedangkan pada lama fermentasi 4 hari dan 5 hari kadar etanol lebih rendah masing-masing 8% dan 10% karena penguraian karbohidrat (pati) umbi sente masih belum sepenuhnya terurai. Variasi ragi 20 gram mampu mengurai lebih maksimal dibandingkan 10 gram dan 25 gram dikarenakan jumlah perbandingan air 1500 gram sehingga menghasilkan kadar etanol tertinggi.

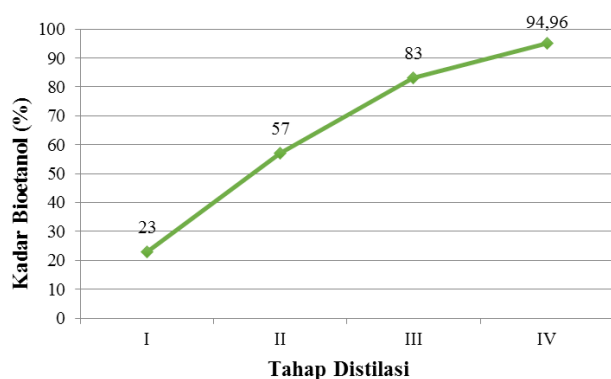
Dari gambar 2 dan gambar 3 menunjukkan bahwa perbandingan air, ragi dan hari yang optimal dalam proses fermentasi umbi sente sangat berpengaruh terhadap kadar dari bioetanol yang dihasilkan, karena air merupakan media perkembangbiakan bakteri dan ragi merupakan bakteri yang mengurai karbohidrat yang ada dalam pati umbi sente dalam proses fermentasi.

Dengan demikian perbandingan yang tepat dalam pembuatan bioetanol dari umbi sente adalah 500 gram umbi sente 1000 gram air dan 15 gram ragi dengan lama waktu fermentasi 4 hari. Selanjutnya, perbandingan tersebut digunakan sebagai variabel tetap pada proses fermentasi skala besar.

**Tabel 4.** Kadar dan Volume Bioetanol dari Umbi Sente Melalui Distilasi Bertingkat

Distilasi	Volume bioetanol yang dihasilkan (ml)	Kadar bioetanol (%)
Distilasi I	1250 ml	23%
Distilasi II	700 ml	57%
Distilasi III	450 ml	83%
Distilasi IV	200 ml	94,96%

Berdasarkan Tabel diatas distilasi bertingkat dilakukan sebanyak empat kali untuk mencapai kadar bioetanol di atas 90%. Penelitian ini menghasilkan produk bioetanol berkadar 94,96% yang bisa digunakan sebagai campuran premium.



**Gambar 4.** Grafik Distilasi Bertingkat Terhadap Kadar Bioetanol

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan bahwa kadar bioetanol umbi sente yang didapat dari distilasi I sebesar 23%, pada distilasi II sebesar 57%, pada distilasi III sebesar 83%, dan distilasi IV sebesar 94,96 %. Dengan demikian pada distilasi bertingkat ini dapat dikatakan bahwa, semakin sering dilakukan distilasi bertingkat maka kadar bioetanol yang dihasilkan akan semakin meningkat.

#### Uji Karakteristik Bioetanol

##### • Hasil Uji Karakteristik

Pengujian yang dilakukan di Laboratorium TAKI (Team Afiliasi dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Laboratorium UPPS Pertamina dan Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya mendapatkan hasil karakteristik bioetanol dari umbi sente dan akan dibandingkan dengan bioetanol murni yang disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 5.** Perbandingan Karakteristik Bioetanol Murni dengan Bioetanol Umbi Sente

Karakteristik	Bioetanol murni	Bioetanol umbi sente	Satuan
Kadar	100*	94,96	%
Densitas	0,816*	0,8281	g/cm <sup>3</sup>
Nilai kalor	6380 *	5444,789	Kcal/kg
Titik tuang	-114,*	< -70	°C
Titik nyala	12,7 *	15	°C
Viskositas	1,523	3,456	cSt

Keterangan : \* Richard J. Lewis, Sr (Condensed Chemical Dictionary)  
A. Hardjono, 2001  
George Gramanger Brown, 1973

#### Pembahasan Hasil Uji Karakteristik

##### • Kadar etanol.

Pengujian kadar bioetanol ini menggunakan GC (Gas Chromatography) system, dan diperoleh

kadar bioetanol sebesar 94,96 %, sedangkan bioetanol murni mempunyai kadar 100%. Hal ini disebabkan karena pada bioetanol umbi sente masih terdapat kandungan kadar air. Untuk menaikkan lagi dari kadar 95% menjadi kadar yang lebih tinggi lagi sangat susah dan memerlukan alat distilasi yang berteknologi tinggi.

##### • Densitas.

Tabel 5 menunjukkan bahwa bioetanol dari umbi sente memiliki densitas sebesar 0,8281 g/cm<sup>3</sup>, kadar densitas ini masih lebih tinggi dari pada densitas bioetanol murni yaitu 0,816 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan karena pada bioetanol dari umbi sente masih terdapat kandungan air. Semakin kecil densitas berarti semakin ringan berat jenisnya dan semakin baik pula kualitasnya.

##### • Nilai kalor.

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai kalori bioetanol dari umbi sente sebesar 5444,78 Kcal/Kg sedangkan untuk bioetanol murni sebesar 6380 Kcal/Kg. Nilai kalori bioetanol umbi sente yang masih dibawah dari nilai kalori bioetanol murni. Dari sini dapat disimpulkan bahwa energi yang dihasilkan bioetanol dari umbi sente lebih rendah dari energi yang dihasilkan bioetanol murni. Dan juga Semakin tinggi nilai kalori bahan bakar menunjukkan bahan tersebut akan semakin sedikit pemakaian bahan bakar.

##### • Titik nyala.

Tabel 5 menunjukkan bahwa titik nyala (*flash point*) bioetanol dari umbi sente yaitu 15°C, sedangkan untuk bioetanol murni sebesar 12,7 °C. *Flash point* bioetanol dari umbi sente yang dihasilkan di atas dari *flash point* dari bioetanol murni. Hal ini membuktikan bahwa bioetanol dari umbi sente akan terbakar pada suhu 15°C yaitu lebih tinggi dibandingkan dengan bioetanol murni. Jadi dapat disimpulkan semakin rendah *flash point* suatu bahan bakar, maka bahan tersebut akan makin mudah terbakar, namun sebaliknya semakin tinggi *flash point* suatu bahan, maka bahan tersebut akan semakin lama terbakar.

##### • Titik tuang.

Tabel 5 menunjukkan titik tuang (*pour point*) bioetanol dari umbi sente yaitu < -70°C sedangkan untuk bioetanol murni hanya mencapai -114°C. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari umbi sente dapat digunakan pada daerah tropis maupun daerah dingin termasuk di Indonesia. Bahkan di daerah yang memiliki suhu dibawah 0°C atau minus.



- Viskositas.

Tabel 5 menunjukkan bahwa viskositas bioetanol dari umbi sente dengan kadar 94,96% adalah 3,456 cSt sedangkan bioetanol murni mempunyai viskositas 1,523 cSt. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak didalam fluida tersebut.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang terdapat dalam pembahasan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Proses pembuatan bioetanol dari umbi sente dibagi menjadi dua bagian besar yaitu pembuatan bioetanol skala kecil untuk mendapatkan variasi perbandingan yang tepat untuk menghasilkan kadar bioetanol yang optimal meliputi memasak umbi sente, memberi ragi dan air sesuai dengan variasi perbandingan, melakukan proses fermentasi, melakukan penyaringan hasil fermentasi dan melakukan distilasi dan pembuatan bioetanol skala besar untuk memproduksi bioetanol dalam jumlah banyak dan menghasilkan kadar yang tinggi untuk bisa dipasarkan dan digunakan sebagai campuran bahan bakar yang selanjutnya akan bisa digunakan sebagai energi alternatif.
- Didapatkan hasil perbandingan dari variasi umbi sente, air, ragi dan lama fermentasi yang tepat dengan kadar bioetanol yang optimal pada perbandingan 500 gram umbi sente, 1000 gram air, 15 gram ragi dan 4 hari fermentasi.
- Proses pembuatan skala besar dengan bahan baku umbi sente 2000 gram, 4000 gram air, 60 gram ragi dan fermentasi 4 hari menghasilkan 1250 ml bioetanol pada distilasi I dengan kadar 23%, distilasi II dengan penambahan garam 175 gram menghasilkan bioetanol 700 ml kadar 57%, distilasi III dengan penambahan garam 75g menghasilkan 450 ml bioetanol kadar 83% dan distilasi IV menggunakan silika gel 25 g menghasilkan 200 ml bioetanol kadar 94,96%. Hasil uji karakteristik bioetanol umbi sente diperoleh bioetanol dengan nilai kalori sebesar 5444,78 Kcal/kg, *flash point* 15°C, *pour point* < -70°C, densitas 0,8281 gr/cm<sup>3</sup> dan viskositas 3,45 cSt.

### Saran

Saran yang peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

- Agar memanfaatkan tanaman liar lainnya yang tidak ada nilai ekonomisnya tetapi mengandung karbohidrat maupun glukosa, sehingga memungkinkan untuk membuat bioetanol sebagai bahan bakar alternatif.
- Pengolahan bahan baku umbi sente menjadi etanol dijadikan tepung terlebih dahulu dikarenakan kadar air pada umbi sente yang besar. Sehingga bisa lebih optimal dalam menghasilkan kadar etanol.
- Perlu dilakukan perhitungan biaya pembuatan bioetanol secara lebih rinci agar nilai ekonomis dapat dijadikan acuan untuk produksi besar.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chotimah, Siti dan Tri Fajarini, Desi 2013 *Reduksi kalsium oksalat dengan perebusan menggunakan larutan NaCl dan penepungan untuk meningkatkan kualitas Sente (Alocasia Macrorrhiza) sebagai bahan pangan*. Jurnal. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik:UNDIP.
- Dalimartha, Setiawan. 2006. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 4*. Jakarta: Puspa Swara, Anggota Ikapi.
- George Granger Brown. (1973). *Unit Operations*. New York Tokyo: Modern Asia Edition.
- Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press.
- Hariani, Ike. 2013. *Proses Produksi Bioethanol Dari Bahan Baku Buah-buahan yang Sudah Tidak Layak Konsumsi*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya
- Lewis, Richard J., Sr. *Condensed Chemical Dictionary*.
- Prihandana, Rama, dkk. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT AgromediaPustaka.
- Rubiandini, P. 2012. *Cadangan Minyak Bumi Tinggal 12 Tahun Lagi*. (Online) <http://www.starberita.com>, diakses pada tanggal 19 Januari 2014.
- Sugiyono, Dr. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.